اثر بهره برداری فشرده زراعی بر روی ترکیب کمی و کیفی کانی های رسی در دشت خوزستان

نوشته : دکتر عباس پاشائی * و دکتر لانگه **

The influence of instensive cultivation of clay-mineral composition in the Khuzestan-Plain

By: A. Paschaie* & H.Lange**

Abstract

In this investigation we studied two different Typic-Camborthid profile under native vegetation and sugar-cane cultivation. The qualitative and quantitative interpretation of XRD-patterns of the surface and subsurface horizons indicates following results:

Heavy irrigation of the standard soil profile, conservated under desert environment indicates, a gradual weathering of Palygoskite to Smectite. We also found a very strong building of corrensite and Smectie, specially in the subsurface horizons, on the expence of Chlorite, Illite under progressive K-ions removal through the sugar-cane plants and high irrigation.

In this study we also indicate, that the clay mineral composition in the alluvial soils of the Khuzestan-Plain is controlled by the composition of the source area in the Zagros-Mountains.

چکیده

دراین بررسی‌ها یک برش از خاکهای Xerochrept [1] در بلندی‌های لرستان و دو برش از خاکهای Camborthid [2] در منطقه هفت تپه که یکی در زیر کشت نیشکر و دیگری به‌صورت شاهد و درزیر پوشش طبیعی قرار دارد مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

از تفسیرکمی و کیفی نمادهای پراش پرتوی – مجهول متعلق به افقهای سطحی و عمقی هرسه برش نتیجه می‌شود:

اولاً : ترکیب کانی‌های رسی درهرسه برش و در افقهای سطحی و عمقی یکسان بوده و از نوع کورنزیت، اسمکتایت، کلریت، ایلیت و پالیگورسکیت و کائولینیت می‌باشد، که نشان‌دهنده آن است که ترکیب کانی‌های رسی در دشت خوزستان به‌وسیله ترکیب کانی‌های رسی مواد فرسایش یافته از بلندی‌های زاگرس کنترل می‌شود.

۱ – خاک‌های قهوه‌ای استپی جنگلی بلوط غرب ۲ – خاک‌های قهوه‌ای استپی

ثانیاً بررسی کمی هریک از کانی‌های رسی در برش شاهد و زیرکشت نیشکر در هفتتپه نشان می‌دهد که تحت اثر بهره‌برداری فشرده به مقدار قابل توجهی به‌کمیّت کانی‌های رسی قابل انبساط از نوع اسمکتایت و کانی‌های رسی تداخلی از نوع کورنزیت، به‌خصوص در افق‌های عمقی اضافه و از کمیت کانی‌های رسی دیگر ازنوع پالیگورسکیت و ایلیت کاسته شده است. از طرف دیگر درحالی که درصد کلریت در افق سطحی به‌مقدار محدودی فزونی یافته است کمیت آن در افق‌های عمقی برش زیر کشت با مقایسه با برش شاهد کاهش یافته است. تغییرات فوق نشان‌دهنده آنست که درشرایط جدید همراه با آبیاری سنگین بخش بزرگی از ایلیت و پالیگورسکیت به اسمکتایت تبدیل شده و قسمتی از اسمکتایت موجود با جذب غیرمتناوب کاتیون‌هائی از نوع Mg^{++} و Ca^{++} به کورنزیت تبدیل می‌گردد. و بالاخره براثر شدت هوازدگی با تشکیل واحدهای هشت وجهی از بروسیت در بین صفحات کانی‌های قابل انبساط ازنوع اسمکتایت و ورمیکولیت انواع کانی‌های چهارصفحه‌ای به‌مانند کلریت تشکیل می‌گردد.

۱ - موقعیت و ویژگی‌های ریختاری برش‌های مورد بررسی

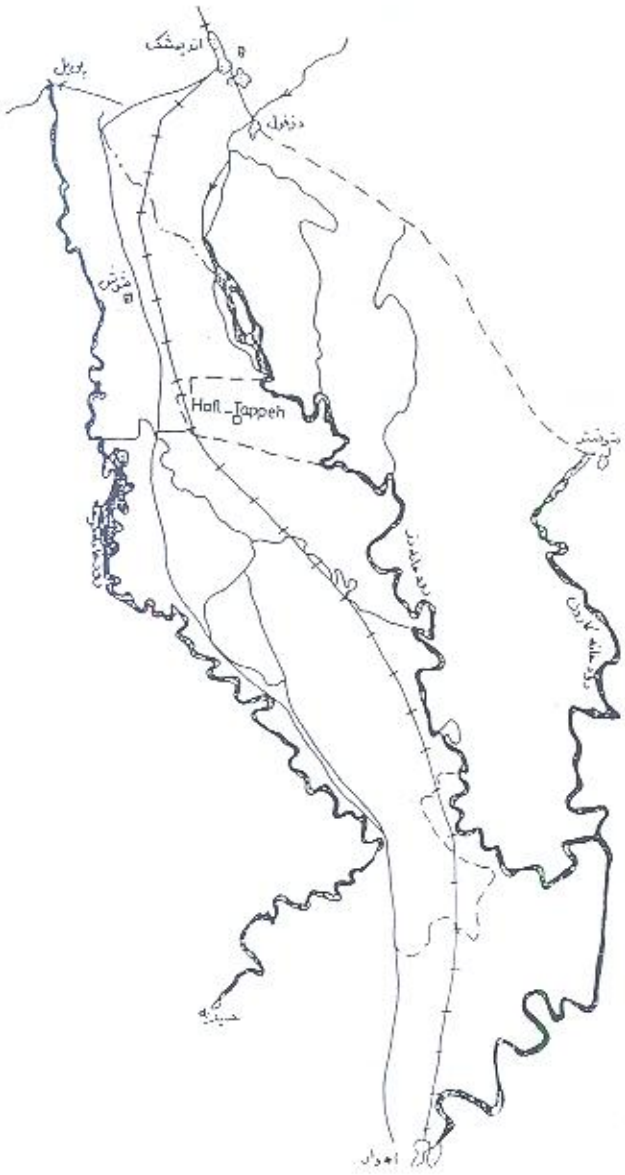
برش‌های مورد بررسی متعلق به قطعه شماره ۳۵ و ۱ شرکت کشت و صنعت نیشکر هفت تپه می‌باشد که به سری هفت تپه با قابلیت نفوذ پذیری خوب و بافت Sil تعلق دارند(تصویر ۱).

ویژگی‌های ریختاری و شیمیائی این برش‌ها نشان می‌دهد که درصد مواد آلی خاک سطحی تحت اثر کشت نیشکر از ۰/۳۱ - ۰/۱۷ درصد در برش شاهد به ۰/۶۴ - ۰/۲۷ درصد در برش زیر کشت افزایش یافته و در نتیجه رنگ خاک سطحی از قهوه‌ای متمایل به زردی (10yR 5/4) به قهوه‌ای تیره (10yR 4/3) تغییریافته است.

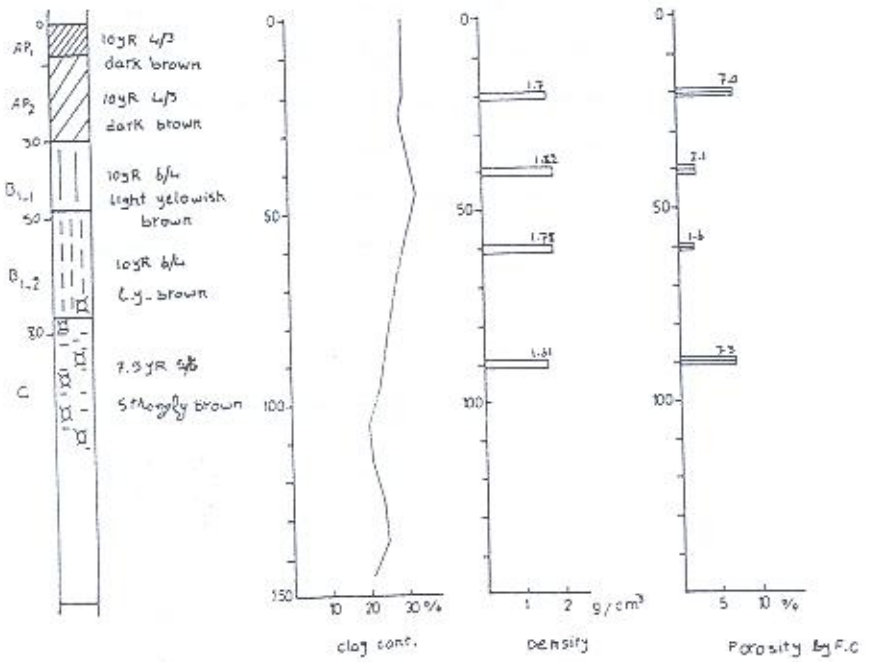
افزون بر آن یک مقایسه ساده بافت خاک برش شاهد با برش زیر کشت که درحدود ۲۹ سال در زیر کشت نیشکر می‌باشد، نشان می‌دهد که درصد مواد رسی در افق Bw1 در عمق 30-48 سانتیمتر به‌وضوح افزایش یافته و از ۲۱ درصد در برش شاهد به ۲۹/۲ درصد رسیده است و عملاً به یک افق آرژیلیک تبدیل شده است. در حالی که درصد آهک در برش شاهد در تمام عمق تقریباً یکسان و در حدود ۳۵ درصد می‌باشد و فقط با نوساناتی جزئی در افق‌های A1، Bw1، Bw2، در رابطه با عواملی از نوع آبشوئی و گرد و غبار رسیده برروی سطح می‌باشد و کمیت آهک در برش زیر کشت با ۳۴ درصد در افق A1، در افق‌های Bw1 ، Bw2 به‌ترتیب با ۲۷/۲ و ۲۵/۵ درصد به‌وضوح افزایش می‌یابد که نشانه جابجائی مواد آهکی براثر آبشوئی می‌باشد.

بالاخره قابلیت هدایت الکتریکی برش زیرکشت از حدود ۷-۶ ds/m در برش شاهد به شدت کاهش یافته و به حدود ۰/۵۲ - ۱/۵۶ ds/m می‌رسد.

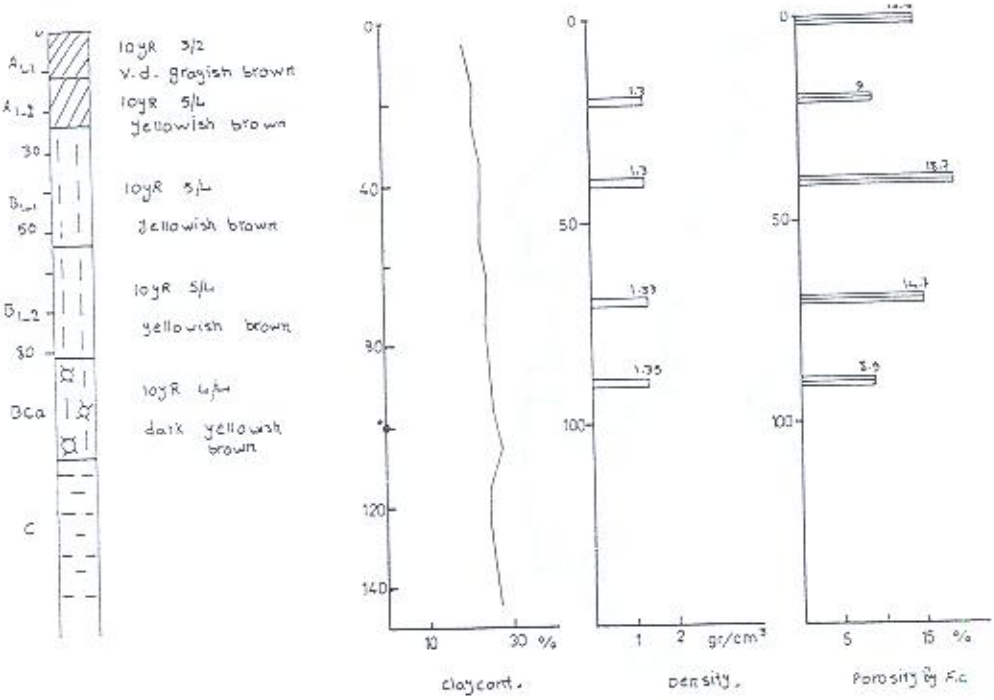
افزایش نسبی قابلیت هدایت الکتریکی در اعماق ۱۰۰-۲۸ سانتیمتری نشان دهنده کاهش نفوذپذیری و تجمع ثانوی املاح در این اعماق می‌باشد که در افق Bw2 به ۲/۸۲ ds/m می‌رسد (تصویر ۲ و ۳).



تصویر ۱ - موقعیت کشت و صنعت نیشکر هفت تپه
Fig. 1 - Geographical Location of Haft - Tapeh project



تصویر ۲ ـ تغییرات خلل و فرج درشت و متوسط برش شاهد مزرعه ۱۰۳۰
Fig. 2 - Variation of porosity and density of standard profile



تصویر ۳ ـ تغییرات خلل و فرج متوسط و درشت در برش زیر کشت مزرعه ۱۰۳۰
Fig. 3 - Variation of porosity and density in cultivated profile

۲- روش‌های بکارگرفته شده

الف - آماده سازی نمونه

جهت آماده سازی نمونه نخست کربنات کلسیم موجود در خاک را با اضافه نمودن محلول اسید استیک ۲۰ درصد تجزیه کرده و سپس باقی‌مانده‌های اسید به‌وسیله چندین بار اضافه نمودن آب مقطر و پراکنده کردن (Disperse) در فراآوا (Ultrason) شستشو گردید.

افزون بر آن بااضافه نمودن محلول ۳۰ درصد H_2O_2 مواد آلی موجود در خاک را نیز تجزیه نموده و همانند حالت قبل باقی‌مانده‌های H_2O_2 موجود در خاک نیز شستشو گردید. پس از تجزیه کربنات‌ها و مواد آلی موجود در خاک و شستشوی کامل باقیمانده مواد، نمونه مورد مطالعه با اضافه نمودن محلول 1/100 نرمال هیدرواکسیدآمونیم و نائریم‌هگزامتافسفات و پراکنده کردن کامل آن به‌کمک دستگاه فراآوا. جهت جداسازی ذرات مورد نظر در سیلندرهای یک لیتری رسوب‌گذاری ریخته و بارسانیدن حجم آنها بیک لیتر و مخلوط کردن مجدد آنها به‌کمک یک میله شیشه‌ای می‌گذاریم رسوب نمایند.

برای رسوب‌گذاری مواد کوچکتراز ۲ میکرون تا عمق ۳۰ سانتیمتری و درجه حرارت ۲۳ درجه سانتیگراد ۲۲ ساعت وقت لازم می‌باشد.

پس از جداسازی کامل ذرات مورد نظر نخست آنرا با محلول $MgCl_2$ اشباع نموده و به‌وسیله سانتریفوژ از آب جدا ساخته و سپس جهت شستشوی $MgCl_2$ اضافی آنرا چندبار با آب مقطر شسته و جهت تبخیر کامل آنرا در حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک می‌کنیم.

دراین‌حالت نمونه مورد نظر جهت بررسی‌های کانی‌شناسی کانی‌های رسی به‌کمک پرتوی- مجهول آماده می‌باشد.

ب - آماده سازی اسلایدها

جهت آماده سازی اسلایدها برای شناسائی کانی‌های رسی به‌وسیله پرتوی مجهول، مقدار ۵۰ میلی‌گرم از ذرات رسی تهیه شده را در ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط نموده و به‌کمک دستگاه فراآوا آنرا کاملاً پراکنده کرده و سپس به‌کمک پیپتی مقدار پنج میلی‌لیتر از آنرا برداشته و بر روی فیلترهائی به‌قطر تقریباً یک اینچ که برروی قیف‌های بوخنری به‌همین مقیاس گذارده شده است ریخته و با قرار دادن سیستم در زیر خلاء، آب آنرا خالی کرده و اسلایدهائی کاملاً یکدست جهت بررسی دراختیار ما خواهد بود که پس از خشک شدن مورد بررسی قرارمی‌گیرند.

از امتیازهای این سیستم یکی مسطح بودن کامل سطح اسلایدهای تهیه شده و دیگری کمیت یکسان مواد رسی، در حدود ۱۲/۵ میلی‌گرم برروی هر اسلاید می‌باشد که از نظر کمی نیز نمادهای حاصله با یکدیگر قابل مقایسه خواهند بود. ضمناً باید توجه داشت که در عمل رسوبگذاری هیچگاه بیشتراز ۲۰ گرم خاک مورد استفاده قرار نگیرد، در غیر این صورت ذرات معلق برروی یکدیگر اثر خواهند گذاشت.

۳- نتایج حاصله

الف - ترکیب کیفی کانی‌های رسی

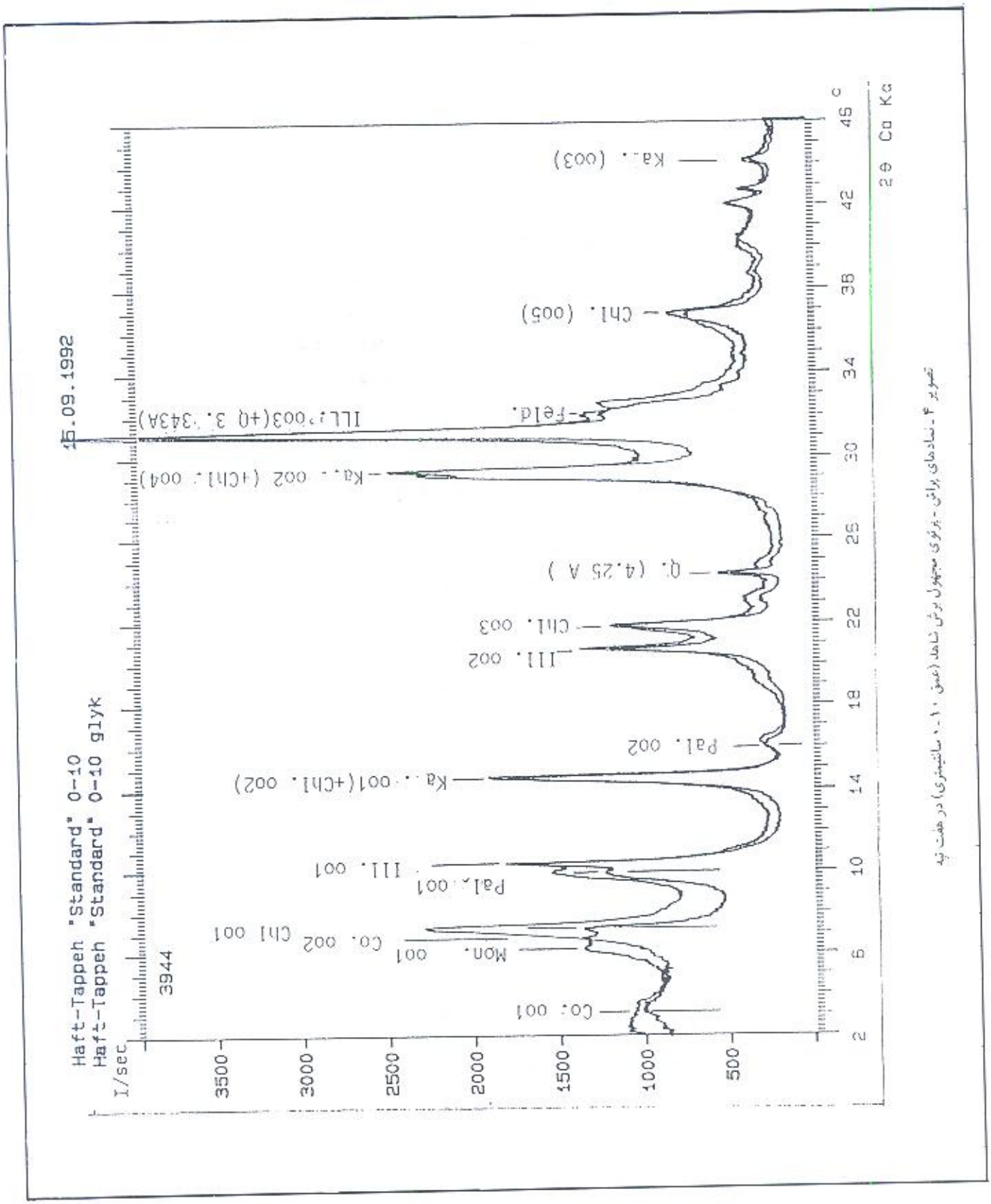
بررسی کیفی نمادهای پراش پرتوی مجهول (XRD-Patterns) نمونه‌های متعلق به افقهای سطحی و عمقی برش‌های شاهد و زیر کشت نشان می‌دهد که از نظر کیفی هیچگونه اختلافی در رابطه با ترکیب کانی‌های رسی آنها وجود ندارد. درهمه این نمونه‌ها همان طوری که در تابلوی زیر نشان داده شده است به‌ترتیب انواع کانی‌های رسی تداخلی (Interlayer Min.) به‌مانند کورنزیت و سپس کانی‌های قابل انبساط به مانند کانی‌های رسی گروه اسمکتایت و کانی‌های رسی چهار صفحه‌ای به‌مانند کلوریت و هیدروبیوتیت همراه با کانی‌های رسی رشته‌ای به‌مانند پالیگورسکیت و کانی‌های دو صفحه‌ای از نوع کائولینیت وجود دارند (تابلوی ۱ و تصویر ۴ و ۵).

کانی‌های رسی	001			002		
	2θ	d(A°)	I	2θ	d(A°)	I
کورنزیت	2.80	31.5	102	5.63	15.7	93
اسمکتایت	4.99	17.7	100	9.99	8.85	35
کلوریت	6.2	14.2	60	12.47	7.10	90
پالیگورسکیت	8.39	10.54	100	13.79	6.42	10
ایلیت	8.75	10.1	90	17.81	4.89	30
کائولینیت	12.36	7.16	100	24.92	3.57	100

تابلوی ۱- ترکیب کانی‌های رسی برش‌های شاهد و زیر کشت درحالت اشباع شده با Glycol

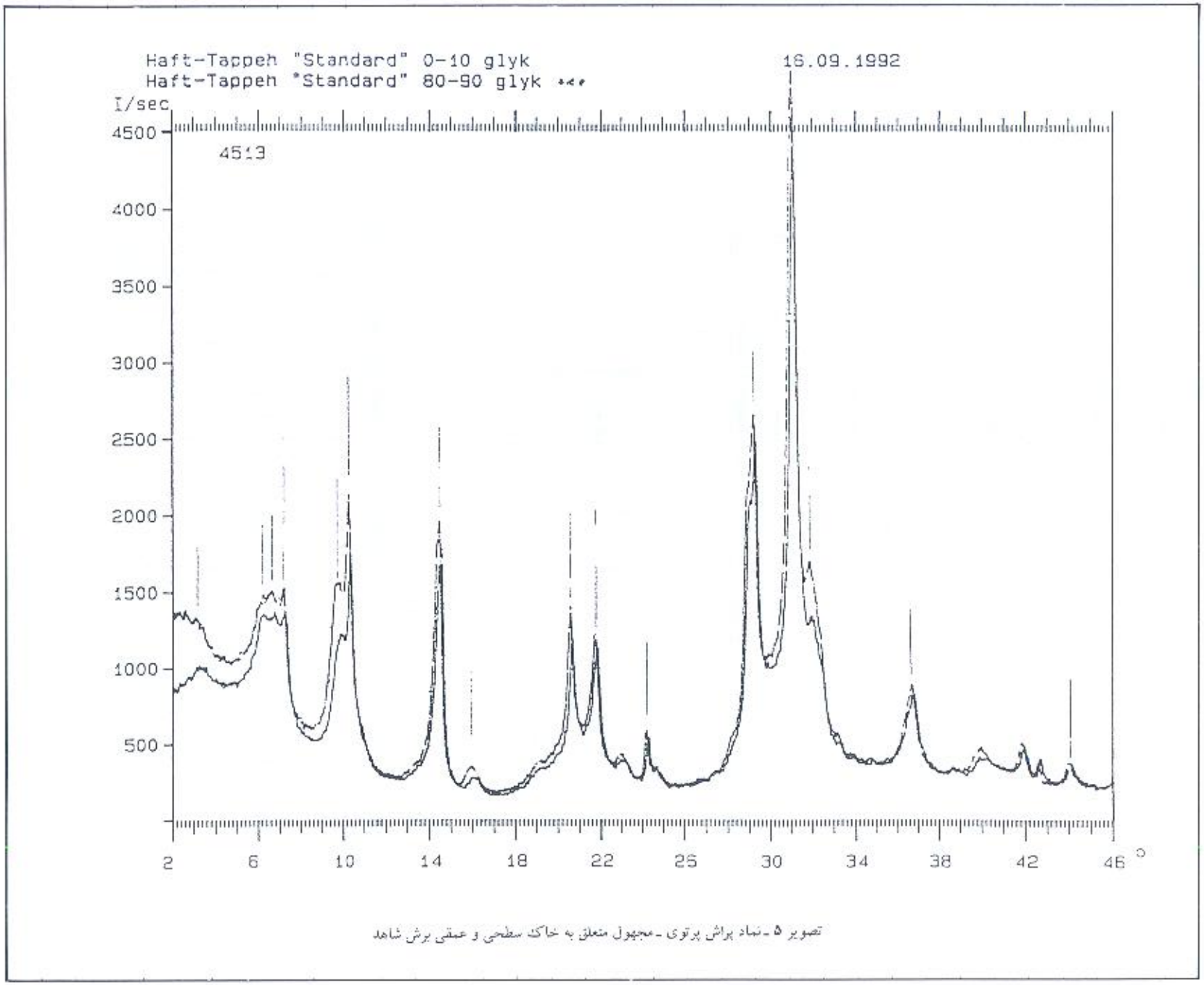
ب - بررسی کمی ترکیب کانی‌های رسی

یک بررسی ساده نمادهای پراش - پرتوی مجهول افقهای 10 - 0 سانتیمتری برش‌های شاهد و زیر کشت نیشکر نشان می‌دهد که تحت اثرکشت نیشکر درصد کانی‌های رسی قابل انبساط از نوع کورنزیت و



تصویر ۴ - نمادهای پراش - پرتوی مجهول برش شاهد (عمق ۰ - ۱۰ سانتیمتری) در هفت تپه

پژوهش و سازندگی، سال هفتم، شماره ۲۸، ۲۸-۲۷



تصویر ۵ ـ نماد پراش پرتوی ـ مجهول متعلق به خاک سطحی و عمقی برش شاهد

اسمگتایت به‌شدت افزایش یافته و در مقابل کمیت کانی‌های رسی از نوع پالیگورسکیت و ایلیت کاهش یافته است. در عین حال کمیت کلوریت نیز دراین عمق درحد محدودی افزایش می‌یابد.

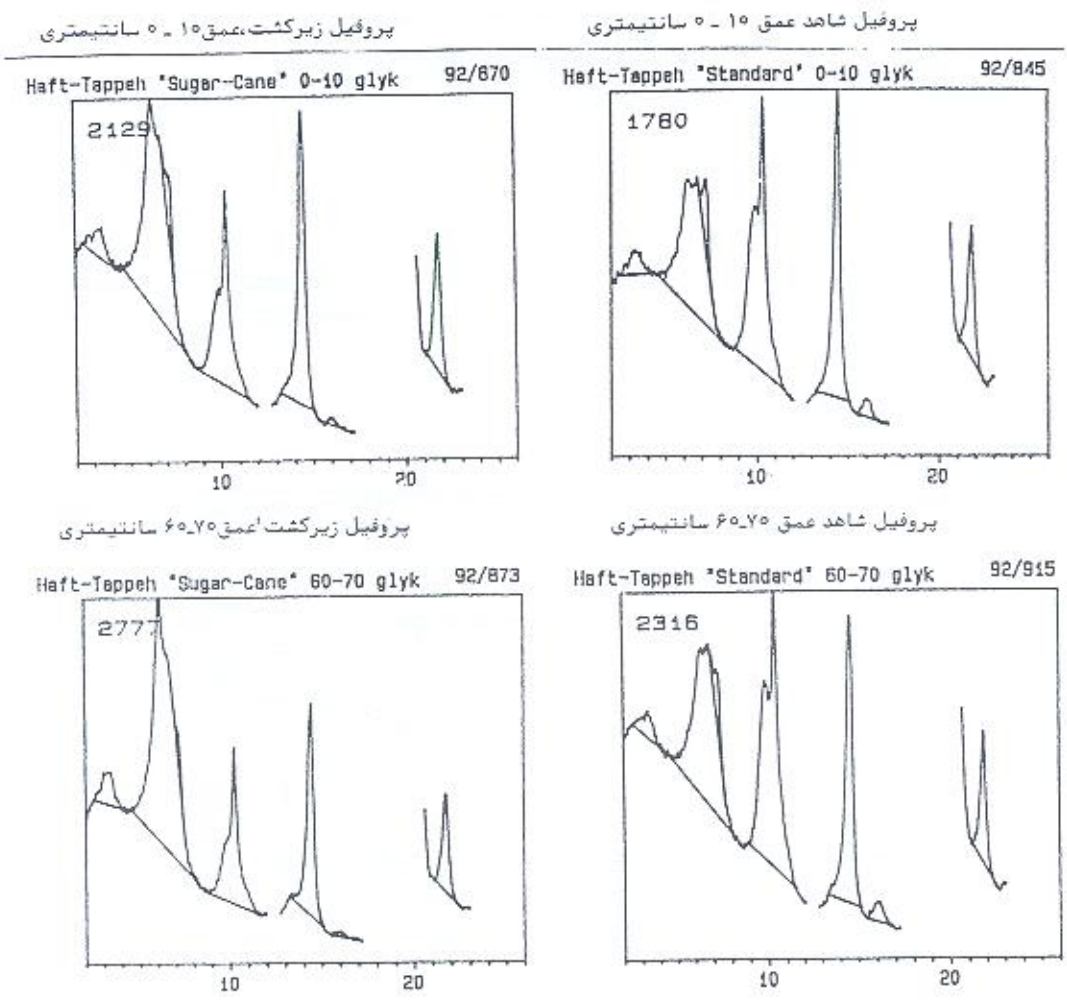
از طرف دیگر از مقایسه نمادهای پراش- پرتوی مجهول افق‌های ۷۰-۶۰ سانتیمتری برش‌های شاهد و زیر کشت باردیگر نیز همان نتایج بدست آمده در فوق حاصل می‌شود. این بدان معنی است که درصد کانی‌های قابل انبساط یعنی کورنزیت و اسمگتایت در این حالت نیز افزایش یافته و در مقابل کمیت پالیگورسکیت و ایلیت کاهش می‌یابد. ولی نکته دیگر آن است که دراین عمق بطور نسبی کمیت کانی‌های رسی چهار صفحه‌ای کاهش یافته است (به تابلوی ۵ مراجعه شود).

حال اگر در بین درصد کانی‌های رسی که افزایش و یا کاهش یافته‌اند

عمق بسانتیمتر Cm	کانی‌های رسی	کورنزیت Cor.	اسمگتایت Sm.	پالیگورسکیت Pal	ایلیت Il.	کلوریت Chl.
۱۰-۰	شاهد	4.3	36.1	18.0	33.2	8.3
	زیرکشت	7.1	56.3	12.9	13.9	9.3
70-60	شاهد	5.4	30.2	21.6	34.5	8.3
	زیرکشت	8.0	56.0	7.3	18.0	10.7

تابلوی ۲- تغییرات درصد کانی‌های رسی افق‌های سطحی و عمقی تحت اثر نیشکر کاری

مقایسه‌ای انجام دهیم، ملاحظه خواهیم کرد که در برش زیرکشت کمیت اسمگتایت بیشترین افزایش و ایلیت تحت اثر بهره‌برداری متراکم و همراه با آبیاری شدید اراضی زیر کشت نیشکر و تبدیل آن به اسمگتایت می‌باشد (تابلوی ۲ تصویر ۶).



تصویر ٦ - مقایسه کمی کانیهای رسی در اراضی شاهد و زیرکشت

ب - خاستگاه کانی‌های رسی در خاک‌های مورد بررسی

مقایسه قله‌های موجود در نمادهای پراش پرتوی - مجهول نمونه‌های مورد بررسی با نماد پراش پرتوی - مجهول متعلق به برشی دیگر ازنوع خاکهای Xerochrept واقع در بلندی‌های خرم‌آباد، با ارتفاع ۱۴۵۰ متر از سطح دریا که برروی سنگهای آهکی کرتاسه و در زیر پوشش جنگلی بلوط غرب خاستگاه سرچشمه‌های رودخانه‌های کرخه و دره، تشکیل شده است نشان‌دهنده آن است که خاستگاه کانی‌های رسی در دشت خوزستان به‌وسیله رسوبهای مادری حاصله از سلسله جبال زاگرس کنترل می‌شود (تصویر ۷).

در همین زمینه V.H (7) نیز یادآور می‌شود که ترکیب کانی‌های رسی رسوبهای آبرفتی در مناطق خشک عموماً به‌وسیله ترکیب سنگهای مادری منابع اصلی آنها کنترل می‌شود.

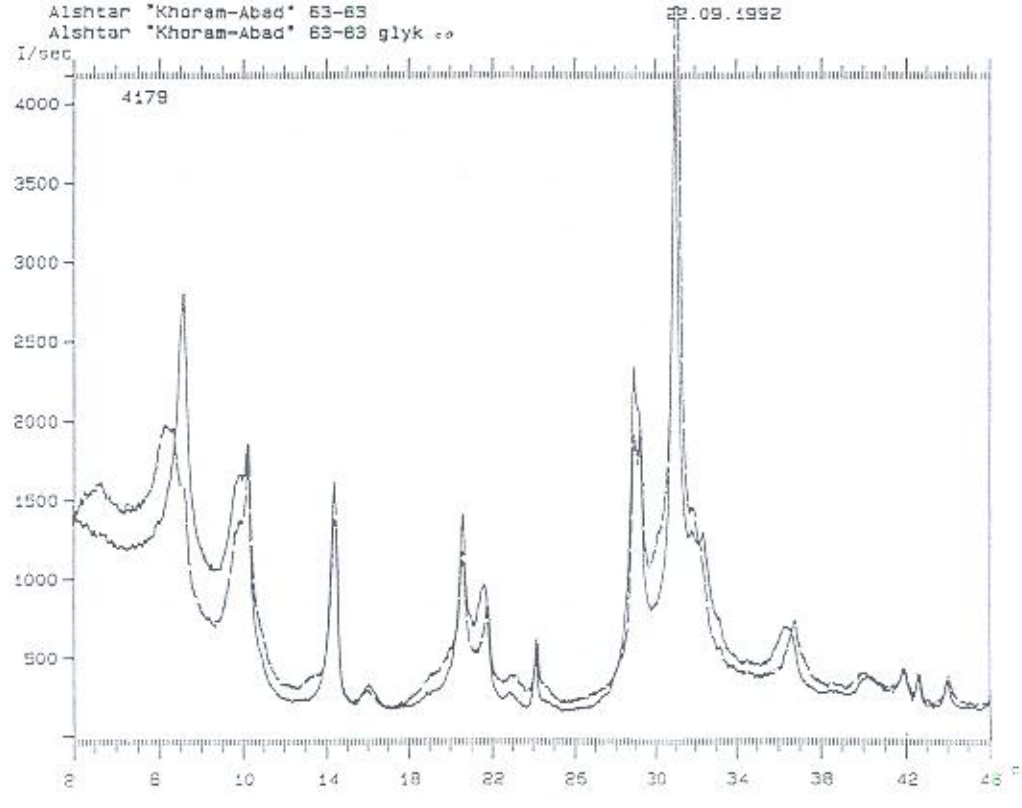
۴ - مقایسه روش‌های سنتی محاسبه کمی کانی‌های رسی با روش رقومی

توان‌های موجود در ضبط رقومی پراش‌های پرتوی - مجهول به‌وسیله سیستم‌های کامپیوتری این امکان را به‌ما می‌دهد که به‌جای بکارگیری روش‌های سنتی، به‌کمک اندازه‌گیری سطح هریک از قله‌های وابسته به کانی‌های رسی مختلف به‌عنوان معیاری برای کمیت نسبی هریک از کانی‌های مورد مطالعه، از مجموع ارتعاشات رسیده درسطح مورد نظر که در سیستم نرم‌افزار متصل به دستگاه ضبط و قابل دسترسی می‌باشد استفاده نمائیم.

این روش به ما این امکان را می‌دهد که نه‌تنها به‌کمیت نسبی کانی‌های مختلف درج شده برروی یک نماد دست یابیم، بلکه می‌توانیم نمادهای مختلف را نیز از نظر کمی با یکدیگر مقایسه نمائیم.

برای این منظور نتایج بدست آمده در تابلوی ۴ را که به‌کمک سیستم سنتی، یعنی اندازه‌گیری سطح هریک از پیکهای موردنظر بدست آمده است، بار دیگر از طریق مجموع ارتعاشات وارده در محدوده سطح هریک از قله‌های محاسبه در فوق را مورد بررسی قرار گرفته‌اند(تابلوی ۳).

بطوری‌که ملاحظه می‌شود تغییرات نسبی حاصله در روش اخیرکاملاً با روش‌های قبلی مطابقت دارد، تنها اختلافات در مورد کمیت کلریت در عمق ۷۰-۶۰ سانتیمتری می‌باشد که برخلاف حالت اول دراین روش کاهش می‌یابد.



تصویر ۷ - نماد پراش پرتوی - ایکس متعلق به یک نمونه از خاکهای Xerochrept در خرم‌آباد.

عمق به Cm		کورنزیت 1 EX.	اسمگنایت 2 EX.	پالیگورسکیت 6 EX.	ایلیت 4 EX.	کلوریت 001	کلوریت 003
۰-۱۰	شاهد	8735.G	113018	4587.5	88385.4	11961.9	27204.3
	زیرکشت	13013.3	251948.7	2015.5	63445.8	14090.1	34976
۸۰-۹۰	شاهد	11934.3	156733.9	5444.5	126570.4	15141.0	32756.9
	زیرکشت	17341.2	251948.7	1161.8	58545.3	7106.8	3084.2

تابلوی ۳- تغییرات کمیت کانی‌های مختلف رسی درافق‌های سطحی و عمقی تحت اثر کشت نیشکر.

برای کنترل بار دیگر کمیت قله رده سوم (003) کلوریت، در نمونه شاهد و زیرکشت را بایکدیگر مقایسه می‌نمائیم، نتیجه حاصله دراین مورد نیز تغییری نمی‌نماید.

بالاخره کنترل کمیت کلوریت در عمق ۹۰-۸۰ سانتیمتری نیز همان نتیجه را می‌دهد. این بدان معنی است که برخلاف خاک سطحی (۱۰-۰ سانتیمتری) که تشدید هوازدگی موجب افزایش درصد کلوریت می‌گردد. در خاک عمقی تحت شرایط جدید عمل عکس صورت می‌گیرد. به‌طوری که تشدید هوازدگی موجب کاهش کمیت کلوریت خواهد شد. به علت دقت بیشتری که روش محاسباتی اخیر با مقایسه روش سنتی دارد، نتایج بدست آمده در حالت اخیر بیشتر مورد اعتماد است، که از نظر تئوری نیز صحیح می‌باشد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که ترکیب کانی‌های رسی خاکهای سری هفت تپه مرکب از کانی‌های قابل انبساط به‌مانند کورنزیت، اسمکتایت و انواع کلوریت، ایلیت و کانی‌های ناپایدار به مانند پالیگورسکیت و بالاخره کائولینت است که از نظر کیفی ترکیب آنها در اراضی شاهد و زیرکشت یکسان می‌باشد.

ولی بررسی‌های حاصله از مقایسه کمی انواع کانی‌های رسی در اراضی زیرکشت و شاهد، بیان کننده واقعیتی دیگر می‌باشد، بطوری که در حد قابل ملاحظه‌ای به درصد کانی‌های قابل انبساط از نوع کورنزیت و اسمکتایت در اراضی زیر کشت اضافه می‌شود که به‌خصوص در مورد اسمکتایت به حداکثر خود می‌رسد، که نشان‌دهنده تشدید هوازدگی در اراضی زیرکشت با مقایسه با اراضی شاهد می‌باشد.

در مقابل بطور چشم‌گیری از در صد انواع کانی‌های رسی دیگر از نوع ایلیت و پالیگورسکیت در اراضی زیرکشت با مقایسه با شاهد کاسته می‌شود. دراین مورد به‌خصوص هیدرومیکا با از دست دادن هرچه بیشتر پتاسیم بین صفحه‌ای خود و تبدیل شدن به انواع کانی‌های رسی قابل انبساط به‌مانند اسمکتایت بیشترین اهمیت را دارد.

در حالی که تغییرات فوق در افقهای سطحی و عمقی برش زیر کشت با مقایسه با برش شاهد مشابه یکدیگر می‌باشد، در مورد کلوریت این هم‌آهنگی مشاهده نمی‌شود. بطوریکه در افقهای سطحی تشدید هوازدگی حتی موجب تشکیل بیشتر کلوریت می‌گردد. در حالی‌که در افقهای عمقی عکس آن صورت می‌گیرد، و با ازهم پاشیدن بروسیت بین صفحه‌ای تحت اثر هوازدگی شدید کلوریت موجود به کورنزیت و یا اسمکتایت تبدیل می‌گردد.

در مورد امکان تشکیل کورنزیت در دنباله هوازدگی کلوریت Heim(1970) نیز اشاره کرده و اظهار می‌دارد که برای تشکیل ثانوی کورنزیت دو امکان وجود دارد، که یکی براثر هوازدگی کلوریت و دیگری تحت اثر هوازدگی شدید کانی‌های رسی غیرقابل انبساط با حضور غلظت زیاد Mg در محلول داخلی خاک می باشد.

در مورد کاهش پالیگورسکیت تحت اثر شرایط هوازدگی شدید نیز Millot(1970) اظهار می‌دارد، در صورتی‌که میزان بارندگی سالیانه از ۳۰۰ میلیمتر زیادتر شود پالیگورسکیت که مخصوص مناطق خشک می‌باشد به اسمکتایت تبدیل می‌گردد. که با توجه به آبیاری شدید شرایط لازم در

اراضی زیر کشت نیشکر برای این تبدیل بوجود آمده است. همین امر توسط Bingham etal(1973) نیز تائید شده است.

افزون برآن بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد کانی‌های تداخلی موجود در برش‌های مورد بررسی از نوع کورنزیت یعنی جایگزینی منظم کلوریت- اسمکتایت می‌باشد. زیراکه با اشباع نمونه به‌وسیله گلیکول تا ۲۲ آنگستروم (۱۴+۱۸) انبساط می‌یابد (2.P.4).

بالاخره مقایسه نمادپراش پرتوی - مجهول نمونه مربوط به خاکهای تشکیل شده در ارتفاعات زاگرس با ۷۰۰ میلیمتر بارندگی متوسط سالیانه نشان‌دهنده آن است که ترکیب کانی‌های رسی در دشت خوزستان به‌وسیله رسوبهای آبرفتی از بلندی‌های زاگرس کنترل می‌شود، که پس از رسیدن به دشت خوزستان با ۲۲۵-۹۰ میلی‌متر متوسط بارندگی سالانه و پوشش طبیعی استپی و با نیم‌کاری در حالت طبیعی تغییری ننموده و به‌همان حالت اولیه یعنی مخلوطی از کورنزیت، اسمکتایت، ایلیت و کلریت و پالیگورسکیت و کائولینیت حفظ می‌گردد. ولی با به‌زیر کشت بردن این اراضی به‌خصوص با کشت نیشکر همراه با ۳۰۰۰ میلی‌متر آبیاری سالانه و جذب شدید پتاسیم بین صفحه انواع کانی‌های رسی بوسیله گیاهان زراعی و دفع بخشی از آنها تحت اثر آبشوئی همراه با شرایط گرم مرطوب حاصله از این شرایط، به یک باره شرایطی جدید مشابه مناطق استوائی بوجود می‌آید که طبیعتاً با تشدید هوازدگی و تخریب کانی‌های رسی اولیه به‌مانند ایلیت، کلریت و پالیگورسکیت و تشکیل انواع کانی‌های قابل انبساط از نوع کورنزیت و اسمکتایت با خصوصیات فیزیکی نامناسب خود می‌گردد، که می‌تواند در طی زمان با تشکیل یک افق متراکم و نفوذ ناپذیر آرژیلیک همراه باشد، که آثار آن در برش مورد مطالعه در افق DW1 که عملاً به‌یک افق آرژیلیک با ۹ درصد مواد رسی بیشتر از افق‌های فوقانی تبدیل شده، مشاهده می‌گردد.

نتیجه حاصل از این دگرگونی کاهش میزان عملکرد محصول، افزایش علفهای هرز و افزایش قابلیت هدایت الکتریکی در بخش عمقی برش می‌باشد که عملاً باهمه آنها نیز در منطقه روبرو می‌باشیم.

نتیجه دیگری که بطور جنبی از بررسی‌های فوق حاصل می‌شود آن است که به‌کارگیری داشته‌های رقومی در زمینه استفاده از مجموع ضربان‌های "Impulses" رسیده در محدوده یک چکاد، محاسبه کمی نسبت کانی‌های مختلف بسیار دقیق‌تر از استفاده روش سنتی می‌باشد. این روش در اروپا از زمان کامپیوتری شدن دستگاههای اشعه- مجهول مورد استفاده قرار می‌گیرد که دراین مطالعات نیز مورد آزمایش و تائید قرار گرفته است.

References

Bingham, J.M.1973. The pedogenesic alternation of aciculas clay minerals on the semi-arid Texas High plain. M.S. thesis Texas Tech Univesity, Lubbock.

Dixon, J. B. and Weed. S. B. (1989). Minerals in soil environment. Second Edition. Soil Science Society of America, Maduson, Wisconsin, USA.

Crim, R.E. (1968). Clay Mineralogy. Mc Graw- Hill Book Company.

Heim, D. (1990). Ton und Tonminerale, Enke Verlag. Stuttgart.

Millot, G. 1970 Geology of Clays. Springer, New york, Heidelberg, Berlin.

Tributh, H. und Lagaly, G. (1989). Identification und Charkterisierung von Tonminerlen. Tagung der Deutschen Ton- und Tonmineralgruppe, Giessen und Schloss Rauischholzhausen, 10-12 Mai 1989.

Vander Heuvel R.C 1966. The occurrence of sepiolite and attapulgite in the calcareous zone of a soil near-Lascruses, New Mexico. Clays, clayminer. 13:193- 207.

* Soil Science Department of Gorgan-University Iran.

** Geological Department of Christian-Albrecht Univ.at Kiel, Germany.

* استاد دانشگاه‌علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان-دانشکده علوم زراعی